

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of

Wolfgang SCHMID et al.

Serial No.: 10/666,478

Filed: September 19, 2003

For: Optically Pumped Semiconductor Laser
Apparatus

Mail Stop
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

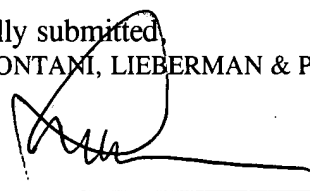
LETTER TRANSMITTING PRIORITY DOCUMENT

SIR:

In order to complete the claim to priority in the above-identified application under 35 U.S.C. §119, enclosed herewith is a certified copy of each foreign application on which the claim of priority is based: Application No. **102 43 545.6**, filed on September 19, 2002, in Germany.

Respectfully submitted,
COHEN, PONTANI, LIEBERMAN & PAVANE

By



Lance J. Lieberman
Reg. No. 28,437
551 Fifth Avenue, Suite 1210
New York, New York 10176
(212) 687-2770

Dated: February 11, 2004

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 43 545.6

Anmeldetag: 19. September 2002

Anmelder/Inhaber: Osram Opto Semiconductors GmbH,
Regensburg/DE

Bezeichnung: Optisch gepumpte Halbleiterlaservorrichtung

IPC: H 01 S 5/40

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 11. September 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag


Stanschus

Beschreibung

Optisch gepumpte Halbleiterlaservorrichtung

- 5 Die Erfindung bezieht sich auf eine optisch gepumpte Halbleiterlaservorrichtung nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Derartige Laservorrichtungen sind beispielsweise aus
10 DE 100 26 734.3 bekannt. Hierin ist eine optisch gepumpte Quantentopfstruktur beschrieben, die zusammen mit einer Pumpstrahlungsquelle, beispielsweise einem Pumplaser, auf einem gemeinsamen Substrat angeordnet ist. Die Quantentopfstruktur und die Pumpstrahlungsquelle weisen unterschiedliche
15 strahlungsemittierende Schichten auf, die so ausgebildet sind, daß die Wellenlänge der von der Pumpstrahlungsquelle emittierten Strahlung kleiner ist als die Wellenlänge der von der Quantentopfstruktur erzeugten Strahlung. Dieser Wellenlängenunterschied ist erforderlich, da andernfalls bei gleicher Pump- und Emissionswellenlänge die von der Quantentopfstruktur erzeugte Strahlung in gleicher Weise wie die
20 Pumpstrahlung in der Quantentopfstruktur absorbiert und in der Folge die Effizienz der Laservorrichtung stark abnehmen würde. Bei einem mittels der Quantentopfstruktur gebildeten vertikal emittierenden Laser würde dadurch insbesondere ein
25 Anschwingen des vertikal emittierenden Lasers verhindert.

Eine derartige Halbleiterlaservorrichtung kann beispielsweise in aufeinanderfolgenden Epitaxieschritten auf einem Epitaxiesubstrat aufgewachsen werden. Dabei wird zunächst ganzflächig
30 die Quantentopfstruktur aufgewachsen, nachfolgend ein Teilbereich davon abgetragen und auf dem so freigelegten Bereich des Epitaxiesubstrats die Pumpstrahlungsquelle aufgewachsen.

- 35 Da jeder Epitaxieschritt sowohl die Herstellungsdauer als auch die hierfür anfallenden Kosten erhöht, ist eine Herstellung mit möglichst wenigen Epitaxieschritten wünschenswert.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine optisch gepumpte Halbleiterlaservorrichtung zu schaffen, die technisch möglichst einfach herstellbar ist. Insbesondere soll bei der
5 Halbleiterlaservorrichtung ein Vertikalemitter und ein Pump-
laser für den Vertikalemitter zumindest teilweise in gemeinsamen Epitaxieschritten herstellbar sein.

10 Diese Aufgabe wird durch eine Halbleiterlaservorrichtung nach
Patentanspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, eine Halbleiterlaservorrichtung mit einem Vertikalemitter und einem Pumplaser zum optischen Pumpen des Vertikalemitters zu bilden, wobei Pumplaser
15 und Vertikalemitter monolithisch integriert sind. Im Betrieb weist der Pumplaser eine strahlungsemittierende Zone einer ersten Temperatur und der Vertikalemitter eine strahlungsemittierende Zone einer zweiten Temperatur, die größer als die
20 erste Temperatur ist, auf.

Im Fall einer ungleichmäßigen Temperaturverteilung kann jeweils die Temperatur einer strahlungsemittierenden Zone durch die mittlere Temperatur der jeweiligen strahlungsemittierenden Zone ersetzt werden.
25

Alternativ kann die Maßgabe herangezogen werden, daß die Minimaltemperatur der strahlungsemittierenden Zone des Vertikalemitters größer als die Maximaltemperatur der strahlungsemittierenden Zone des Pumplasers ist.
30

Vorteilhafterweise wird so auf Grund der Temperaturabhängigkeit der Emissionswellenlänge erreicht, daß die Emissionswellenlänge des Vertikalemitters auch bei ansonsten gleichem
35 Aufbau der strahlungsemittierenden Zonen größer als die Emissionswellenlänge des Pumplasers ist. Der Pumplaser und der Vertikalemitter können daher gemeinsam mittels eines Epita-

xieverfahrens hergestellt werden, ohne daß es erforderlich wäre, den Pumplaser und den Vertikalemitter in getrennten, aufeinanderfolgenden Epitaxieschritten zu fertigen.

- 5 Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung sind Vertikalemitter und Pumplaser auf einem gemeinsamen Träger, beispielsweise einer Wärmesenke angeordnet, wobei der thermische Widerstand zwischen den jeweiligen strahlungsemittierenden Zonen und dem Träger bei dem Pumplaser kleiner als bei dem
- 10 Vertikalemitter ist. Im Betrieb kann sich dabei ein thermischer Gleichgewichtszustand einstellen, wobei die Temperatur der strahlungsemittierenden Zone des Vertikalemitters größer als die Temperatur der strahlungsemittierenden Zone des Pump-
- 15 lasers ist. Im Betrieb wird damit erreicht, daß die Pumpwellenlänge kleiner als die Emissionswellenlänge des Vertikalemitters ist.

- Ein erhöhter thermischer Widerstand bei dem Vertikalemitter gegenüber dem Pumplaser kann beispielsweise dadurch realisiert werden, daß zwischen der strahlungsemittierenden Zone
- 20 des Vertikalemitters und dem Träger eine Spiegelschicht, zum Beispiel in Form eines Braggspiegels, angeordnet ist, die einen Resonatorspiegel des Vertikalemitters darstellt. Eine derartige Schicht bzw. Schichtenfolge ist bei dem Pumplaser
- 25 nicht erforderlich, da dieser bevorzugt nach Art eines Kantenemitters ausgeführt ist, so daß die Pumpstrahlung im Wesentlichen parallel zur Spiegelschicht des Vertikalemitters propagiert.

- 30 Bei einer solchen Anordnung ist der Pumplaser aufgrund der fehlenden Spiegelschicht thermisch besser als der Vertikalemitter an den Träger angekoppelt. Damit ist der thermische Widerstand zwischen strahlungsemittierender Zone und Träger bei dem Pumplaser kleiner als bei dem Vertikalemitter. Dies
- 35 führt zur der gewünschten Verringerung der Emissionswellenlänge des Pumplasers gegenüber dem Vertikalemitter.

Vorzugsweise sind bei der Erfindung die strahlungsemittierenden Zonen des Vertikalemitters und des Pumplasers mittels eines Epitaxieverfahrens in einem gemeinsamen Epitaxieschritt aufgewachsen. Die strahlungsemittierenden Zonen weisen dann
5 dieselbe Struktur und Zusammensetzung auf. Bei einer herkömmlichen monolithisch integrierten optisch gepumpten Halbleiterlaservorrichtung würde dies dieselbe Emissionswellenlänge bei dem Pumplaser und dem Vertikalemitter mit den eingangs genannten Nachteilen zur Folge haben.

10

Aufgrund der Temperaturdifferenz der strahlungsemittierenden Zonen bei der Erfindung werden diese Nachteile vermieden, wobei die Halbleiterlaservorrichtung bei der Erfindung technisch vergleichsweise einfach mit einer vorteilhaft geringen
15 Zahl von Epitaxieschritten hergestellt werden kann.

20

Weiterhin entfällt bei der Erfindung eine aufwendige Justage und gegenseitige Abstimmung der Schichtdicken von Pumplaser und Vertikalemitter, die bei nacheinander aufgewachsenen
20 Strukturen nötig ist, damit die strahlungserzeugenden Schichten in gleicher Höhe über den Epitaxiesubstrat liegen. Andernfalls wird die Pumpstrahlung nicht genau in die aktive Schicht des Vertikalemitters eingestrahlt, so daß die Pump-effizienz der Halbleitervorrichtung stark absinkt.

25

30

Bei der Erfindung hingegen können die aktiven Schichten, in denen sich im Betrieb sowohl die strahlungsemittierende Zone des Pumplasers als auch die strahlungsemittierende Zone des Vertikalemitters ausbildet, gemeinsam in einem Epitaxieschritt, weitergehend sogar als durchgehende Schicht gefertigt werden, so daß die Pumpstrahlung des Pumplasers optimal in den Vertikalemitter eingekoppelt wird.

35

Weitere Merkmale, Vorzüge und Zweckmäßigkeiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von zwei Ausführungsbeispielen der Erfindung in Verbindung mit den Figuren 1 bis 3.

Es zeigen:

- 5 Figur 1 eine schematische Schnittansicht eines ersten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Halbleiterlaservorrichtung,

- 10 Figur 2a, b, c und d eine schematische Schnittansicht eines zweiten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Halbleiterlaservorrichtung, ein zugehöriges Temperaturprofil sowie den Verlauf der Temperatur und des Bandabstandes längs der aktiven Schicht, und

- 15 Figur 3 zwei Gewinnspektren für eine erfindungsgemäße Halbleiterlaservorrichtung.

Gleiche oder gleichwirkende Elemente sind in den Figuren mit denselben Bezugszeichen versehen.

20

- Figur 1 zeigt im Schnitt eine Halbleiterlaservorrichtung mit einer Mehrzahl von Halbleiterschichten, beispielsweise auf der Basis des Materialsystems GaAs/AlGaAs, die auf einem Träger 1 wie zum Beispiels einer Wärmesenke angeordnet sind. Die Halbleiterlaservorrichtung umfaßt einen Vertikalemitter 2 und einen oder mehrere Pumplaser 5, die monolithisch auf einem gemeinsamen Substrat 15 integriert sind. Vorzugsweise sind Vertikalemitter 2 und Pumplaser epitaktisch auf das Substrat 15 aufgewachsen. Die Auskopplung der von dem Vertikalemitter 2 erzeugten Strahlung 14 erfolgt durch des Substrat 15 hindurch.
- 25
- 30

- Der Vertikalemitter 2 ist bevorzugt als vertikal emittierender Laser, beispielsweise als VCSEL (vertical cavity surface emitting laser) oder als Scheibenlaser (disk laser) ausgeführt. Die Richtungsbezeichnungen "vertikal" und "lateral" beziehen sich bei der Erfindung wie üblich auf die Substrat-
- 35

oberfläche bzw. die Schichtebene der Halbleiterschichten. Ein Vertikalemitter weist somit eine Hauptabstrahlungsrichtung auf, die einen Winkel von etwa 90° mit der Substratoberfläche bzw. der Schichtebene einschließt, während ein Kantenemitter
5 vorwiegend in lateraler Richtung, also parallel zu der Substratoberfläche bzw. der Schichtebene emittiert.

Der Vertikalemitter 2 weist eine aktive Schicht 13 und eine
10 Mehrzahl von Spiegelschichten 4, die einen Braggspiegel bilden, auf. Ein dazu korrespondierender zweiter Spiegel (nicht dargestellt), der zusammen mit dem Braggspiegel den Laserresonator des Vertikalemitters 2 bildet, kann als Teil der Halbleiterlaservorrichtung oder als externer Spiegel vorgese-
15 hen sein.

Die aktive Schicht 3 ist vorzugsweise als Quantentopfstruktur, z. B. in Form einer SQW-Struktur (single quantum well) oder einer MQW-Struktur (multiple quantum well) ausgebildet.

20 Seitlich sind neben dem Vertikalemitter 2 die Pumplaser 5 angeordnet. Die aktive Schicht 16 der Pumplaser 5 ist identisch zu der aktiven Schicht 3 des Vertikalemitters 2 ausgebildet. Statt des Braggspiegels 4 grenzen die Pumplaser 5 mit einer
25 p-Kontaktschicht 7 an den Träger 1. Ein Braggspiegel wie bei dem Vertikalemitter 2 ist hier nicht sinnvoll, da die Emission der Pumplaser 5 im wesentlichen in paralleler Richtung zu den aktiven Schichten 13, 16 erfolgt. Dagegen dient die p-Kontaktschicht 7 zur Einleitung eines Betriebsstromes in die
30 Pumplaser 5 und ist bei dem optisch gepumpten Vertikalemitter 2 nicht erforderlich. Oberseitig ist im Bereich der Pumplaser 5 eine n-Kontaktschicht 8 auf der Laservorrichtung angeordnet.

35 Der Braggspiegel kann beispielsweise als Folge abwechselnder Schichten aus Aluminiumgalliumarsenid mit unterschiedlicher Aluminiumkonzentration ausgeführt sein. Alternativ kann der

Braggspiegel auch als Folge abwechselnder Schichten aus Aluminiumgalliumarsenid und Aluminiumoxid gebildet sein. Die Aluminiumoxidschichten werden vorzugsweise mittels feucht-thermischer Oxidation hergestellt. Dabei wird an den Grenzflächen zwischen benachbarten Spiegelschichten ein hoher Brechungsindex-Kontrast und in der Folge eine geringe Eindringtiefe sowie eine geringe Absorption des Vertikalemitter-Strahlungsfeldes innerhalb des Braggspiegels erreicht.

5 Zwischen dem Vertikalemitter 2 und den Pumplasern 5 sind Gräben 10 ausgebildet, die mit einem geeigneten Isolationsmaterial gefüllt sein können. Die Pumplaser 5 weisen im Bereich der Gräben 10 seitliche Grenzflächen 11 auf, die zusammen mit den äußeren seitlichen Begrenzungsflächen 12 die Laserspiegel der Pumplaser 5 bilden. Alternativ kann auf diese 15 Gräben 10 auch verzichtet werden, wobei dann nur die äußeren Grenzflächen 12 die Laserspiegel der Pumplaser 5 bilden und der Vertikalemitter 2 innerhalb des Laserresonators des Pump- lasers 5 angeordnet ist.

20 Die thermische Ankopplung der strahlungserzeugenden Schichten 13, 16 bei dem Vertikalemitter 2 und dem Pumplaser 5 ist auf Grund des unterschiedlichen Schichtaufbaus zwischen dem Träger 1 und den aktiven Schichten 13, 16 verschieden. Insbesondere ist der thermische Widerstand R_{th1} zwischen den strah- 25 lungserzeugenden Schichten 16 der Pumplaser 5 und dem Träger 1 kleiner als der thermische Widerstand R_{th2} der strahlungserzeugenden Schicht 13 des Vertikalemitters 2.

30 Im Betrieb entsteht in der aktiven Schicht 16 der Pumplaser 5 eine strahlungsemittierende Zone 6, in der die Pumplaserstrahlung 9 für den Vertikalemitter erzeugt wird. Die Pumpstrahlung 9 wird lateral in die aktive Schicht 13 des Vertikalemitters eingekoppelt. Hierdurch wird in der aktiven 35 Schicht 13 des Vertikalemitters 2 eine strahlungsemittierende Zone 3 ausgebildet, in der die von dem Vertikalemitter 2 emittierte Strahlung 14 generiert wird.

Die in den strahlungsemittierenden Zonen 3,6 entstehende Verlustwärme verteilt sich in lateraler Richtung in der Halbleiterlaservorrichtung und wird über die thermischen Widerstände R_{th1} und R_{th2} an die Wärmesenke 1 abgeführt. Damit stellt sich im Betrieb als thermisches Gleichgewicht eine Temperatur T_2 der strahlungsemittierenden Zone 3 des Vertikalemitters 2 ein, die größer ist als die Temperatur T_1 der strahlungsemittierenden Zone 6 der Pumplaser 5.

10

In der Folge steigt die Emissionswellenlänge bei ansonsten identischem Aufbau der aktiven Schichten 13, 16 bei dem Vertikalemitter 2 gegenüber dem Pumplaser 5 aufgrund der verschiedenen Temperaturen T_1 , T_2 an, so daß letztendlich trotz identisch aufgebauter aktiver Schichten 13, 16 der Vertikalemitter 2 effizient mit den Pumplasern 5 gepumpt werden kann.

15

Figur 2a zeigt schematisch eine Schnittansicht eines zweiten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Halbleiterlaservorrichtung. Dargestellt ist hier der Übersichtlichkeit halber nur der Bereich des Vertikalemitters 2.

20

Die Pumpstrahlung 9 wird wie bei dem vorigen Ausführungsbeispiel von Pumplasern (nicht dargestellt) generiert und lateral in die aktive Schicht 13 des Vertikalemitters eingestrahlt. Die Emission 14 des optisch gepumpten Vertikalemitters erfolgt in senkrechter Richtung zur Propagationsrichtung der Pumpstrahlung 9 bzw. der aktiven Schicht 3 des Vertikalemitters.

25

Die Halbleitervorrichtung ist auf einen Träger 1 in Form einer Wärmesenke montiert, die im Bereich des Vertikalemitters 2 eine Aussparung zur Strahlungsauskopplung aufweist. Im Unterschied zu dem vorigen Ausführungsbeispiel ist auf der von der Wärmesenke abgewandten Seite der Halbleitervorrichtung der Braggspiegel 4 und nachgeordnet das Substrat 15 angeordnet.

30

35

Bei der in Figur 2a dargestellten Halbleitervorrichtung wird der Vertikalemitter als vertikal emittierender Laser betrieben. Der Resonator dieses Lasers wird von dem Braggspiegel 4 und einem externen Spiegel 17 gebildet, der auf der von der Halbleitervorrichtung abgewandten Seite der Wärmesenke angeordnet ist. Der externe Spiegel 17 dient bevorzugt zugleich als Auskoppelspiegel.

Das sich in dem von dem externen Spiegel 17 und dem Braggspiegel 4 begrenzten Resonator ausbildende Stehwellenfeld 19 ist innerhalb der Halbleitervorrichtung schematisch skizziert. Der Resonator ist dabei so dimensioniert, daß ein Feldmaximum am Ort der aktiven Schicht 13 ausgebildet und so eine hohe Koppelung des Stehwellenfeldes 19 an den optisch gepumpten Bereich des Vertikalemitters 2 erreicht wird.

Das Feldprofil 20 der Pumpstrahlung ist ebenfalls schematisch dargestellt. Das Feldmaximum liegt hier in der aktiven Schicht 13 des Vertikalemitters 2, um eine gute optische Ankoppelung der Pumpstrahlung 9 an den Vertikalemitter 2 zu erzielen.

Die Aussparung innerhalb des Trägers führt dazu, daß die in der strahlungsemittierenden Zone 3 des Vertikalemitters erzeugte Wärme teilweise in lateraler Richtung abgeführt wird, wodurch effektiv der thermische Widerstand zwischen der strahlungsemittierenden Zone 3 des Vertikalemitters und dem Träger gegenüber dem thermischen Widerstand zwischen der strahlungsemittierenden Zone des Pumplasers (nicht dargestellt) und dem Träger erhöht wird.

In Figur 2b ist das sich im Betrieb bei der in Figur 2a gezeigten Struktur einstellende Temperaturprofil dargestellt. Aufgrund der Aussparung innerhalb des Trägers 1 im Bereich der strahlungsemittierenden Zone 3 des Vertikalemitters ist die Temperatur der strahlungsemittierenden Zone 3 des Verti-

kalemitters gegenüber der Umgebung erhöht. Die Temperatur der schematisch dargestellten Isothermen 21 nimmt wachsendem Abstand von der strahlungsemitierenden Zone 3 ab.

5 In Figur 2c ist das hieraus resultierende Temperaturprofil längs der aktiven Schicht 13, also entlang der Linie A-A, aufgetragen. Es ergibt sich ein Temperaturmaximum im Zentrum der strahlungsemitierenden Zone 3 bzw. der Mitte der aktiven Schicht 13, wobei die Temperatur beidseits in lateraler Richtung
10 abnimmt.

Der zugehörige Bandabstand E_g längs der aktiven Schicht 13 ist in Figur 2d dargestellt. Da mit steigender Temperatur der Bandabstand abnimmt, weist der Bandabstand ein Minimum in der
15 Mitte der aktiven Schicht 3 auf und nimmt beidseits in lateraler Richtung, also zu den seitlich angeordneten Pumplaser hin, zu. Hieraus ergibt sich, daß die Emissionswellenlänge des Vertikalemitters größer als die Emissionswellenlänge der Pumplaser ist.

20

In Figur 3 sind Gewinnspektren für eine erfindungsgemäße Halbleitervorrichtung dargestellt. Aufgetragen ist der Verstärkungsfaktor G in Abhängigkeit der Emissionswellenlänge λ , berechnet für einen 5 nm dicken kompressiv verspannten InGaP-
25 Quantenfilm als Quantentopfstruktur und eine Ladungsträgerdichte von etwa 10^{13} cm^{-2} bei zwei verschiedenen Temperaturen $T=40^\circ\text{C}$ und $T=150^\circ\text{C}$.

Es zeigt sich, daß mit steigender Temperatur T das Maximum
30 dieser Gewinnspektren sich in Richtung höherer Wellenlängen verschiebt. Die Emissionswellenlänge wird im allgemeinen durch den maximalen Gewinn festgelegt und beträgt beispielsweise bei 40°C entsprechend dem Gewinnspektrum etwa 645nm, bei 150°C etwa 665nm.

35

Es sei angenommen, daß die strahlungserzeugende Zone des Pumplasers eine Temperatur von 40°C und die strahlungserzeu-

gende Zone des Vertikalemitters eine Temperatur von 150°C aufweist. Der Pumplaser pumpt dann den Vertikalemitter mit einer Wellenlänge von 645nm, wobei im optimalen Fall eine vollständige Anregung bzw. ein vollständiges Ausbleichen der strahlungsemittierenden Zone des Vertikalemitters erreicht wird. Damit stellt sich die Ladungsträgerdichte in der strahlungsemittierenden Zone des Vertikalemitters so ein, daß die strahlungsemittierende Zone, die im Falle eines vertikal emittierenden Lasers den laseraktiven Bereich darstellt, für die Pumpstrahlung transparent wird.

Bei dem genannten InGaP-Quantenfilm als Quantentopfstruktur entspricht dieser Transparenz bei 150°C eine Ladungsträgerdichte von etwa 10^{-13} cm^{-2} . Wie Figur 3 zu entnehmen ist, resultiert hieraus ein Gewinn des Vertikalemitters von etwa 10^4 bei einer Emissionswellenlänge von etwa 665nm.

Die Erläuterung der Erfindung anhand der Ausführungsbeispiele ist selbstverständlich nicht als Beschränkung hierauf zu verstehen.

Patentansprüche

1. Halbleiterlaservorrichtung mit einem Vertikalemitter (2) und mindestens einem Pumplaser (5) zum optischen Pumpen des Vertikalemitters (2), wobei Vertikalemitter (2) und Pumplaser (5) monolithisch integriert sind, dadurch gekennzeichnet, daß im Betrieb der Pumplaser (5) eine strahlungsemitternde Zone (6) einer ersten Temperatur T_1 und der Vertikalemitter eine strahlungsemitternde Zone (3) einer zweiten Temperatur T_2 aufweist, und die erste Temperatur T_1 kleiner als die zweite Temperatur T_2 ist.
2. Halbleiterlaservorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Pumplaser (5) und der Vertikalemitter (2) epitaktisch auf einem gemeinsamen Substrat (15) aufgewachsen sind.
3. Halbleiterlaservorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Pumplaser (5) und der Vertikalemitter (2) auf einen gemeinsamen Träger (1), insbesondere eine Wärmesenke montiert sind.
4. Halbleiterlaservorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der thermische Widerstand zwischen dem Träger (1) und der strahlungsemitternden Zone (6) des Pumplasers kleiner ist als der thermische Widerstand zwischen dem Träger (1) und der strahlungsemitternden Zone (3) des Vertikalemitters (2).
5. Halbleiterlaservorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Vertikalemitter (2) und der Pumplaser (5) zwischen dem Substrat (15) und dem Träger (1) angeordnet sind.

6. Halbleiterlaservorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 5,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
zwischen der strahlungsemittierenden Zone (3) des Vertikale-
mitters (2) und dem Träger (1) eine Spiegelschicht oder eine
5 Mehrzahl von Spiegelschichten (4) angeordnet ist.

7. Halbleiterlaservorrichtung nach Anspruch 6,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
10 die Spiegelschicht bzw. die Spiegelschichten (4) als
Braggspiegel ausgebildet sind.

8. Halbleitervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß

15 der Pumplaser (5) eine seine aktive Zone (6) umfassende akti-
ve Schicht (16) und der Vertikalemitter (2) eine seine aktive
Zone (3) umfassende aktive Schicht (13) aufweist, wobei
die aktive Schicht (16) des Pumplasers (5) und die aktive
Schicht (13) des Vertikalemitters (2) dieselbe Struktur
20 und/oder dieselbe Zusammensetzung aufweisen.

9. Halbleiterlaservorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
25 die aktive Schicht (16) des Pumplasers (5) und/oder die akti-
ve Schicht (13) des Vertikalemitters (2) als Quantentopfstruk-
tur ausgebildet ist.

10. Halbleiterlaservorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
die aktive Schicht (16) des Pumplasers (5) und die aktive
Schicht (13) des Vertikalemitters (2) gemeinsam in einem Epi-
taxieschritt ausgebildet sind.

35

11. Halbleiterlaservorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
die strahlungsemittierende Zone (6) des Pumplasers (5)
Pumpstrahlung (9) erzeugt, die in schräger oder senkrechter
Richtung zur Hauptemissionsrichtung des Vertikalemitters (2)
5 in die strahlungserzeugende (3) Zone des Vertikalemitters
eingestrahlt wird.

12. Halbleiterlaservorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis
11,

10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
der Pumplaser (5) als Kantenemitter ausgebildet ist.

13. Halbleiterlaservorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis
12,

15 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
der Vertikalemitter (2) als vertikal emittierender Laser,
insbesondere als VCSEL oder als Scheibenlaser, ausgebildet
ist.

Zusammenfassung

Optisch gepumpte Halbleiterlaservorrichtung

5

Die Erfindung beschreibt eine optisch gepumpte Halbleiterlaservorrichtung mit einem Vertikalemitter (2) und einem Pump-
plaser (5) zum optischen Pumpen des Vertikalemitters 2, wobei
der Vertikalemitter (2) und der Pumplaser (5) monolithisch
10 integriert sind. Der Pumplaser(5) und der Vertikalemitter (2)
weisen jeweils eine strahlungsemittierende Zone (3,6) auf.
Im Betrieb ist die Temperatur der strahlungsemittierenden Zo-
ne (6) des Pumplasers (5) kleiner als die Temperatur der
strahlungsemittierenden Zone (3) des Vertikalemitters (2).

15

Fig. 1

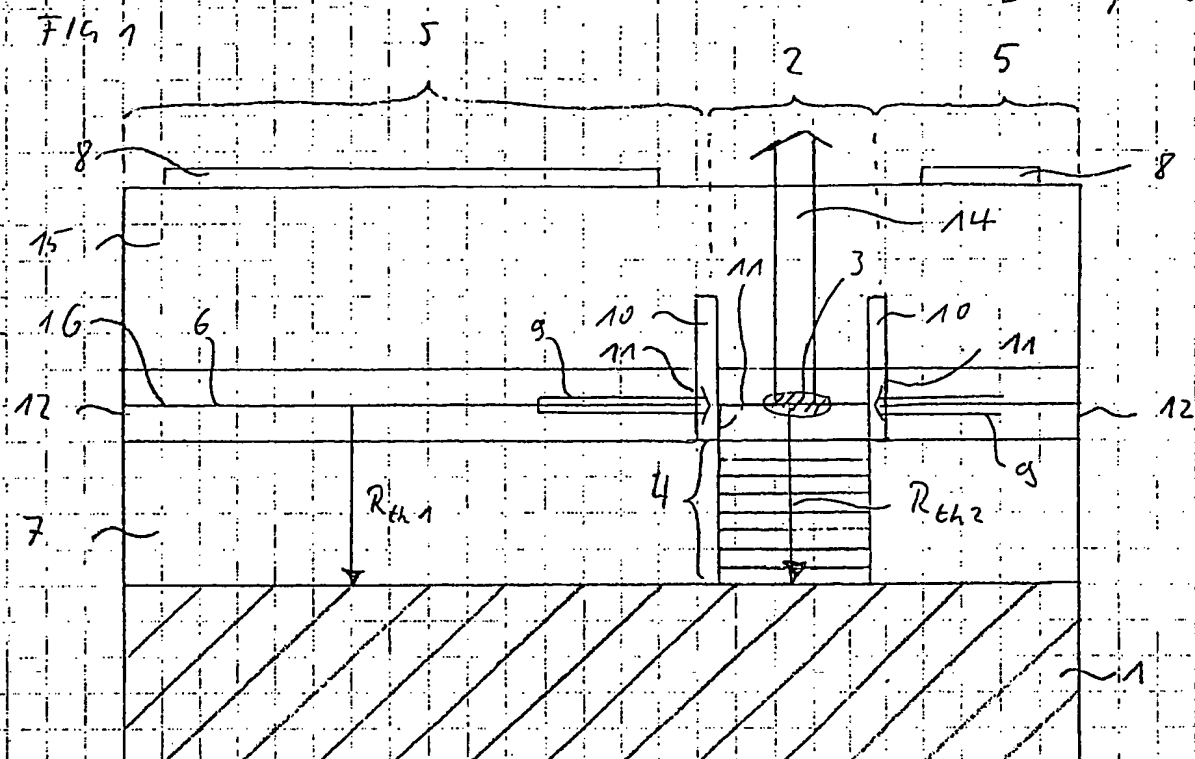
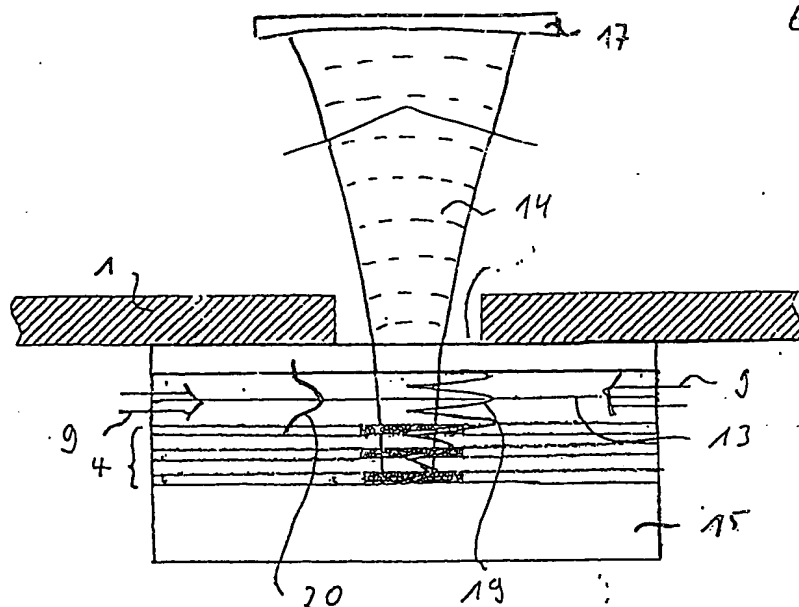


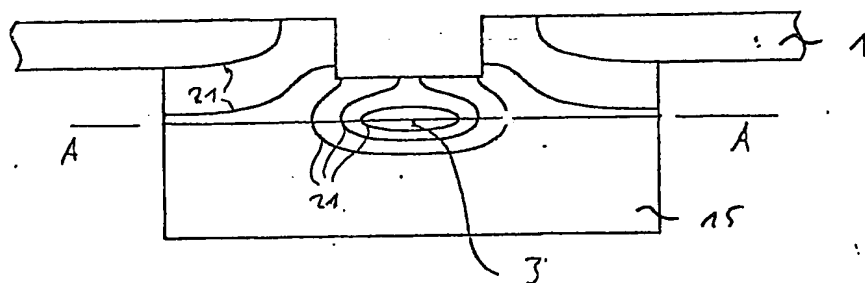
Fig 2

Евросей, ОПС

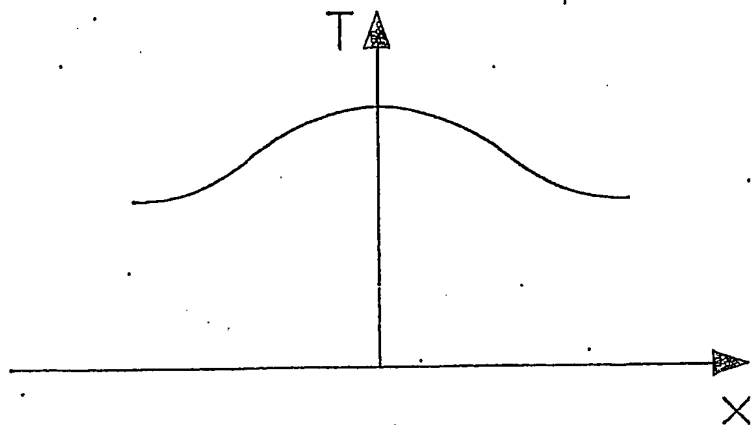
a)



b)



c)



d)

